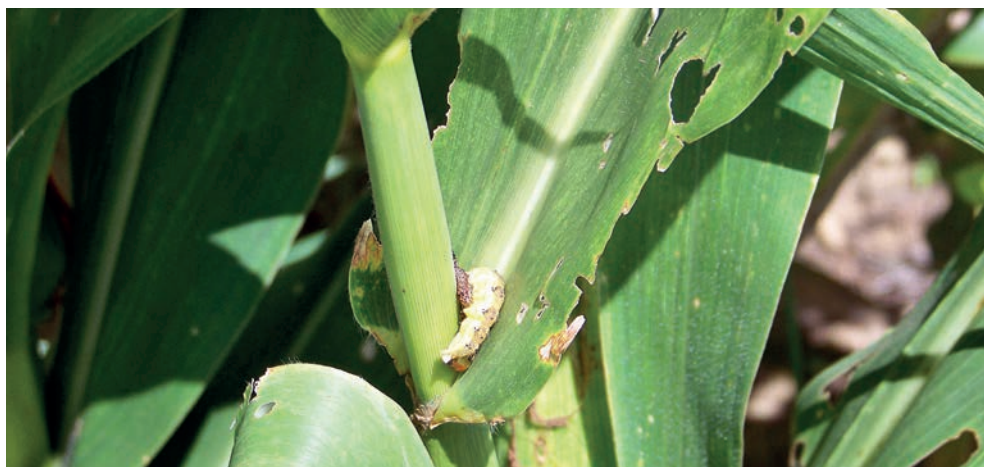


Contenção de lagartas

A área de refúgio é parte fundamental nas estratégias de manejo de resistência de insetos-praga em lavouras que utilizam a tecnologia Bt.

Simone M. Mendes ⁽¹⁾, José M. Waquil ⁽²⁾, Sandra Maria Moraes Rodrigues ⁽³⁾ e Adeney de Freitas Bueno ⁽⁴⁾



Algumas perguntas continuam sem respostas, no que diz respeito à infestação maciça de lagartas em lavouras de milho Bt. Entre elas, uma é recorrente: o plantio da área de refúgio foi realizado de forma a atender os princípios básicos do MRI – Manejo de Resistência de Insetos? Dados preliminares de pesquisa realizada pela Embrapa Milho e Sorgo, na safra 2011/12, mostraram que mais da metade dos produtores entrevistados afirmaram que faziam uso da área de refúgio em milho. No entanto, quando averiguadas as formas de manejo, ficou evidente que muitos deles não o faziam adequadamente para evitar a seleção de insetos resistentes a essa tecnologia. Além disso, observou-se que ainda existe muita confusão entre os conceitos de área de refúgio e os conceitos da lei de coexistência que regulamenta a distância de plantio entre áreas de milho Bt e convencional.

Área de refúgio é a semeadura de um menor percentual da lavoura realizado adjacente à área cultivada com transgênicos, expressando Bt, mas com cultivares da mesma espécie, não-Bt ou “convencional”, de igual porte e ciclo, de preferência as cultivares isogênicas. Atualmente, no Brasil, estão aprovados pela CTNBio cultivares transgênicos que expressam proteínas inseticidas oriundas do Bt para algodão, milho e soja, embora, por questões comerciais (falta de liberação na China), a soja Bt ainda não esteja disponível ao sojicultor. Assim, a área de refúgio consiste em semear uma cultivar de milho ou algodão convencional, e futuramente também soja, intercalada (adjacente) com as cultivares transgênicas, utilizando o mesmo manejo relacionado à irrigação, à adubação e aos demais tratamentos culturais.

O plantio da área de refúgio é parte fundamental das estratégias de manejo de resistência de insetos-praga (MRI) em lavouras que utilizam a tecnologia Bt. Além disso, a

expressão de alta dose da proteína Bt na cultivar transgênica auxilia a retardar a evolução da resistência por reduzir a frequência inicial de indivíduos resistentes na população. Na ausência de pressão de seleção, ou seja, antes da adoção das lavouras Bt, é possível que genes de resistência já estejam presentes na população do inseto, entretanto em baixa frequência. Com a utilização da tecnologia Bt por várias gerações, a pressão de seleção é exercida gradativamente sobre as populações selvagens. Isso irá reduzir a frequência dos indivíduos suscetíveis e selecionar os indivíduos resistentes à proteína Bt.

Esse processo pode ser acelerado ou retardado, dependendo da maior ou menor frequência de acasalamento de fêmeas resistentes com machos também resistentes. A utilização da alta dose é importante para controlar os indivíduos híbridos (heterozigotos), resultantes do acasalamento entre insetos resistentes e suscetíveis. Mesmo assim, a utilização da área de refúgio é crucial para produzir um número suficiente de indivíduos suscetíveis para evitar a chance de dois resistentes se acasalarem, gerando insetos resistentes homozigotos. Assim, torna-se imperativa a utilização da área de refúgio com cultivares não Bt, reduzindo a velocidade de seleção de insetos resistentes. Como a função da área de refúgio é produzir indivíduos suscetíveis à tecnologia Bt, não se deve utilizar bioinseticida à base de Bt nesta área e deve-se estabelecer um programa de manejo integrado de pragas (MIP) para reduzir a pulverização com inseticidas convencionais. O percentual da área

da lavoura que deve ser semeado com cultivar não Bt varia com o tipo de cultura e o evento transgênico utilizado (veja exemplos de estrutura ao lado). Quando a planta contém um único evento transgênico para uma determinada praga-alvo, o risco de seleção de insetos resistentes é maior e, portanto, a área de refúgio necessária também é maior. Ao contrário, se o evento expressa mais de uma proteína inseticida para o mesmo inseto-alvo (genes piramidados), esse refúgio pode ser reduzido. No entanto, é importante estar atento às recomendações feitas pelas empresas detentoras dos eventos transgênicos, pois, mesmo que o evento tenha duas proteínas inseticidas ativas, elas precisam atuar com mecanismos de ação diferentes e sobre o mesmo grupo de pragas-alvo. Caso contrário, não se aplicam os preceitos aqui destacados da piramidação.

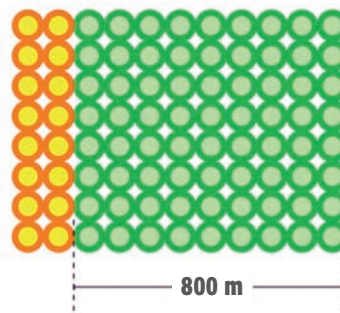
Refúgio estruturado

A eficiência da área de refúgio depende muito de sua localização em relação à lavoura transgênica (Bt). Assim, a maior distância entre uma planta Bt e uma não Bt da área de refúgio não deve ser superior a 800 m. Essa distância máxima foi determinada com base em resultados de pesquisas realizadas com as principais espécies de pragas-alvo da cultura do milho, especialmente a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), e extrapolada para as demais pragas-alvo das proteínas Bt de todos os três cultivos em discussão (soja, milho e algodão), visto que a maioria dessas pragas são, assim como a *S. frugiperda*, representantes da família *Noctuidae*. Sendo assim, considera-se que essa é a distância média de voo das principais pragas-alvo da tecnologia Bt hoje disponíveis ao produtor. Portanto, a eficiência da área de refúgio cai, proporcionalmente, à medida que aumenta a distância entre a área de refúgio e a área com cultura transgênica (Bt), pois distâncias superiores a 800 m dificultarão o encontro para o acasa-

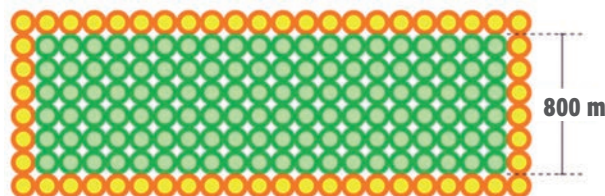
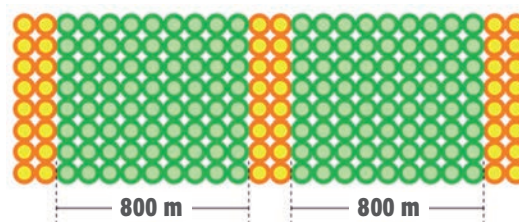
Estruturas da Área de Refúgio

- 1** – As plantas de cultivares não Bt da área de refúgio devem estar no máximo a 800 m de distância das plantas de lavouras Bt

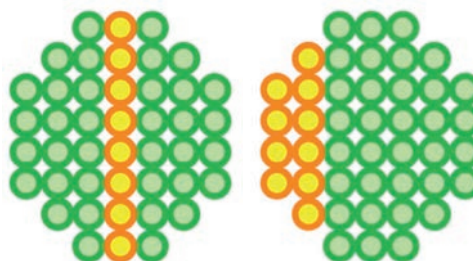
● Cultivares não Bt ● Cultivares Bt



- 2** – Para obedecer a essa regra, o plantio da área não Bt pode ser feito no perímetro da lavoura ou em faixas, dentro da área de cultivo



- 3** – Em área de pivô central, o refúgio pode ser feito em faixas ou em parte da área



lamento entre os insetos sobreviventes na área convencional com aqueles sobreviventes na cultura Bt.

O refúgio estruturado deve ser desenhado de acordo com a área cultivada com a lavoura Bt de maneira a facilitar a operacionalidade da condução da lavoura sem prejudicar os preceitos essenciais da maior distância de 800 m entre plantas Bt e não Bt, além do percentual de plantio recomendado. Para glebas com dimensões acima de 800 m cultivadas com milho Bt, serão necessárias faixas de refúgio internas nas respectivas glebas. Ainda é importante lembrar

que, na área de refúgio, é permitida a utilização de outros métodos de controle, desde que não sejam utilizados bioinseticidas à base de Bt.

Mesmo sabendo que as principais pragas-alvo dos cultivos Bt são polífagas, podendo se alimentar e completar seu ciclo biológico em várias plantas hospedeiras não Bt, como sorgo, milheto, aveia, trigo e um grande número de plantas daninhas, o plantio da área de refúgio com a mesma espécie e a mesma cultivar é fundamental para garantir o sincronismo do ciclo biológico das plantas e reduzir a possível

Sementeiras estão estudando a adoção de mistura de sementes (Bt e não Bt) “no saco”, como forma de garantir a área de refúgio.

Recomendações de refúgio para diferentes cultivos Bt aprovados no Brasil

Cultura	Número de eventos liberados com resistência a insetos 1 (Lepidoptera)	Proteínas Bt expressas pelos eventos 1,2	Recomendação do tamanho da área de refúgio ³
Milho	7	Cry2Ab, Cry1Ab, Cry1A.105 (Cry1Ab, Ac e 1F) Cry1F e Vip3A	5 a 10% da área semeada com milho Bt
Algodão	4	Cry2Ab, Cry1Ab, Cry1Ac, Cry2Ae Cry1F	5 a 20% da área semeada com algodão Bt
Soja	1	Cry1Ac	20% da área semeada com soja Bt

1 – Consulta em 12 de abril de 2013 - http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0001/1736.pdf

2 – Disponível em <http://www.portaldbo.com.br/Portal/Hotsite/AgroDBO/>

3 – Recomendações das empresas detentoras dos eventos Bt

preferência hospedeira, tanto para oviposição, como para alimentação e abrigo, facilitando, assim, o acasalamento. Além disso, trata-se de uma tecnologia que pode atingir vários lepidópteros-praga. No caso do milho, pragas como a lagarta-da-espiga do milho (*Helicoverpa zea*), e a broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*), possuem uma gama diferente e relativamente reduzida de hospedeiros. Portanto, a utilização da área de refúgio é essencial para garantir a manutenção da funcionalidade e da durabilidade da tecnologia Bt para todas as pragas-alvo das toxinas Bt.

O principal risco do não uso da área de refúgio está na rápida seleção de biótipos ou raças das pragas-alvo resistentes às toxinas do Bt. O produtor que está disposto a pagar mais pela tecnologia Bt sabe dos benefícios que ela promove no seu sistema de produção. Portanto, é necessário estar motivado a usar essa tecnologia de maneira responsável (utilizando a área de refúgio), visando a apropriar-se desse benefício por muito mais tempo. Assim, com a não utilização dessa prática, o próprio produtor será o primeiro a documentar a que-

bra da resistência, sendo surpreendido pela sua lavoura Bt danificada pela praga-alvo.

Refúgio no saco

Outro aspecto importante é que o produtor de milho não confunda a área de refúgio com a área de coexistência. Esta existe para preservar o direito do vizinho em cultivar milho convencional, sem risco de contaminação da sua lavoura por pólen de planta transgênica, garantindo a pureza de milho livre de OGM. A norma de coexistência do milho Bt com cultivares não Bt, estabelecida pela CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) e regulamentada no Brasil, exige o isolamento de 100 m entre lavouras comerciais de milho Bt e não Bt ou 20 m de bordadura, desde que, nesta, sejam plantadas 10 fileiras de milho não Bt com híbrido de iguais porte e ciclo. Dessa forma, a área de refúgio pode ser feita com o aproveitamento da área de isolamento para coexistência e é o que na prática tem ocorrido. Mas o produtor não deve esquecer de que a área de isolamento é exigida somente para separar a divisa das lavouras

(Bt e não Bt) e a área de refúgio é necessária em todos os pontos, obedecendo à distância máxima de 800 m. O importante é que o produtor esteja ciente de que essas duas regras devem ser obedecidas e da importância delas, tanto para a preservação da tecnologia do milho Bt, como para o cumprimento da lei.

Atualmente, frente até aos problemas enfrentados pela não adoção do refúgio do milho Bt e os consequentes relatos de não eficiência da tecnologia, as empresas produtoras de sementes estão estudando a estratégia de adotar a mistura de sementes (Bt e não Bt) no saco, o que é denominado de “refúgio no saco”, o que, forçosamente, obrigaria o produtor a plantar a área de refúgio. Entretanto, é importante salientar que essa estratégia, ainda não disponível no Brasil, mesmo que venha a ser adotada no futuro, apenas funcionará para a cultura do milho. Na soja, que provavelmente estará sendo disponibilizada no mercado nesta próxima safra, as lagartas se movimentam bastante de planta para planta e não há, portanto, a possibilidade de adotar o refúgio no saco. Sendo assim, se a área de refúgio de 20% para a soja não for adotada pela maioria dos sojicultores, a tecnologia da soja Bt terá uma vida útil extremamente curta.

Além disso, o produtor deve manter a prática de monitoramento constante nas lavouras para adoção de medidas relacionadas ao Manejo Integrado de Pragas na lavoura quanto às pragas-alvo e às não-alvo da tecnologia Bt sempre que a população da praga estiver acima dos níveis de ação recomendados, seja para algodão, milho ou soja. **A**

Os autores deste artigo são pesquisadores da: ⁽¹⁾Embrapa Milho e Sorgo, ⁽²⁾Rede Inovação Tecnológica/Defesa Agropecuária, ⁽³⁾Embrapa Algodão e ⁽⁴⁾Embrapa Soja.